

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 197 23 037 A 1**

51 Int. Cl. 5:
B 60 C 23/00
G 01 L 17/00
G 01 P 15/09
B 60 K 28/10
B 60 T 8/00

21 Aktenzeichen: 197 23 037.7
22 Anmeldetag: 2. 6. 97
43 Offenlegungstag: 18. 12. 97

DE 197 23 037 A 1

66 Innere Priorität:

196 22 949.9 07.06.96

71 Anmelder:

Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

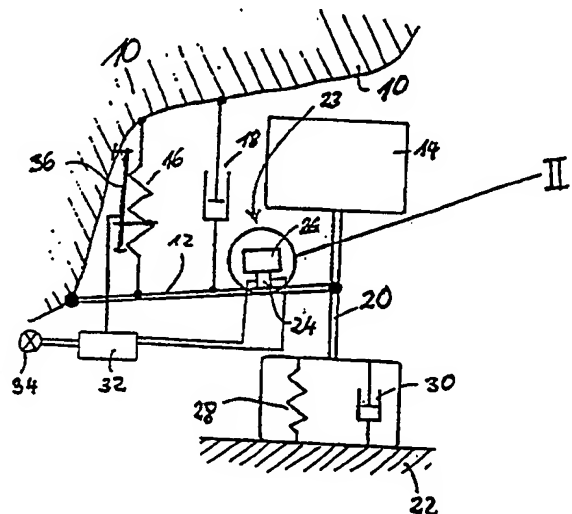
72 Erfinder:

Grubel, Hartmut, 38108 Braunschweig, DE;
Wiatowski, Angela, 39356 Belsdorf, DE; Döllner,
Gernot, 38442 Wolfsburg, DE; Spies, Jan, 38116
Braunschweig, DE; Kornatzki, Alexander v.,
Dipl.-Ing., 38106 Braunschweig, DE; Sobanski, Bodo,
38446 Wolfsburg, DE

Der Inhalt dieser Schrift weicht von den am Anmeldetag eingereichten Unterlagen ab

64 Reifendruck-Überwachungssystem

57 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Überwachung des Reifendrucks bei einem Kraftfahrzeug, wobei an Achsschenkeln (12) jeweils wenigstens ein luftbefüllter Reifen (14) angeordnet ist. Ein Beschleunigungssensor (23) am Achsschenkel (12) bestimmt dessen Schwingungscharakteristik, die sich mit unterschiedlichem Luftdruck im Reifen (14) ändert. Aus der Abweichung von einer vorbestimmten Schwingungscharakteristik wird ein fehlerhafter bzw. falscher Luftdruck im Reifen (14) erkannt und angezeigt.



DE 197 23 037 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Überwachung des Reifendrucks bei einem Kraftfahrzeug, wobei an Achsschenkeln jeweils wenigstens ein luftbefüllter Reifen angeordnet ist.

Bei herkömmlichen Kraftfahrzeugen wird üblicherweise der Reifendruck manuell, beispielsweise bei einem Tankstopp gemessen. Dies hat den Nachteil, daß bei nicht regelmäßiger Messung des Reifendrucks das Fahrzeug mit einem falschen Druck in den Reifen betrieben wird, was zu erhöhtem Kraftstoffverbrauch und Verschleiß der Reifen führt. Auch ein gefährlicher Totalausfall eines Reifens wegen Platzens oder Brennens aufgrund Überhitzung ist möglich.

Zur Verbesserung wurde bereits vorgeschlagen, in dem Reifen einen Drucksensor anzubringen, der den tatsächlichen Druck ständig überwacht. Dies hat jedoch den Nachteil, daß ein derartiges System kompliziert und teuer ist, da der mit dem Reifen gegenüber der Karosserie rotierende Drucksensor mit einem gegenüber der Karosserie stationären System verbunden werden muß. Dies erfordert einen entsprechend komplizierten apparativen Aufwand.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine permanente Überwachung des Reifendrucks ohne komplizierten apparativen Aufwand zur Verfügung zu stellen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung der obengenannten Art mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 und mit einem Verfahren der obengenannten Art mit den Schritten des Anspruchs 8 gelöst.

Dadurch, daß auf wenigstens einem Achsschenkel ein Beschleunigungssensor angeordnet ist, läßt sich die Schwingungscharakteristik des jeweiligen Achsschenkels bestimmen und aus Abweichungen von einer vorgegebenen Sollcharakteristik der Schwingung auf einen veränderten Reifendruck schließen.

Durch das Vorsehen einer Auswertvorrichtung, die mit dem bzw. den Beschleunigungssensor(en) verbunden ist (sind) und den zeitlichen Verlauf der Beschleunigungswerte des Beschleunigungssensors mit einem vorbestimmten zeitlichen Verlauf vergleicht, erzielt man auf einfache Weise eine schnelle und zuverlässige Erkennung von fehlerhaften Abweichungen des Reifendrucks von einem vorgegebenen Sollruck.

Dadurch, daß der Beschleunigungssensor ein Piezokristall ist, der zwischen dem Achsschenkel und einem Gewichtselement mit vorbestimmter Masse angeordnet ist, wobei eine über dem Piezokristall anliegende Spannung abgegriffen wird, erzielt man ein besonders einfaches System, das wenig zusätzliche Energie verbraucht, da Verformungen des Piezokristalls selbst Spannungsimpulse entsprechend der Beschleunigung des Achsschenkels erzeugen, ohne daß ein hoher Aufwand erforderlich ist.

Der zeitliche Verlauf der Spannung des Piezokristalls wird dabei in vorteilhafter Weise zur Messung der Schwingungscharakteristik des Achsschenkels verwendet, so daß ohne Signalumsetzungen unmittelbar von diesem Spannungsverlauf auf fehlerhafte Reifendrücke geschlossen werden kann.

Dadurch, daß die Auswertvorrichtung mit einer Signalausgabevorrichtung verbunden ist, die ein Signal ausgibt, wenn der gemessene zeitliche Verlauf der Beschleunigung um einen vorbestimmten Schwellwert von dem vorbestimmten zeitlichen Verlauf des Beschleuni-

gungswertes abweicht, erhält man in vorteilhafter Weise ein Warnsystem, daß eine Bedienungsperson sofort über einen fehlerhaften Reifendruck informiert.

Die Ausgabevorrichtung ist dabei in besonders vorteilhafter Weise ein visuelles Signal und/oder eine akustische Ausgabevorrichtung.

Zur automatischen Anpassung der erfindungsgemäßen Vorrichtung an unterschiedliche Ladezustände des Kraftfahrzeuges ist die Auswertvorrichtung mit einem Sensor bzw. einer Einrichtung verbunden, der bzw. die die Masse und/oder die Masseveränderung des Kraftfahrzeugs bestimmt. Besonders vorteilhaft kann die Masse und/oder die Masseverteilung des Kraftfahrzeugs durch Ermittlung der charakteristischen Fahrgeschwindigkeit ermittelt werden, wie es in der DE 44 19 650 A beschrieben wird.

Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren der obengenannten Art sind folgende Schritte vorgesehen:

- (a) Messen der Schwingungscharakteristik des Achsschenkels,
- (b) Vergleichen der gemessenen Schwingungscharakteristik mit einer vorbestimmten Schwingungscharakteristik,
- (c) Bestimmen der Abweichung der gemessenen Schwingungscharakteristik zur vorbestimmten Schwingungscharakteristik, und
- (d) Abgabe eines Signals, wenn ein vorbestimmter Schwellwert der Abweichung in Schritt (c) überschritten wird.

Dies ermöglicht auf einfache und zuverlässige Weise ohne Teile, die mit dem Reifen drehen, eine schnelle Bestimmung von fehlerhaften Reifendrücken.

Die zyklische Wiederholung der Schritte (a) bis (d) ermöglicht dabei eine permanente Überwachung des Reifendrucks.

Der Einfluß einer veränderten Gesamtmasse des Kraftfahrzeugs wird durch folgenden zusätzlichen Schritt nach Schritt (a) und vor Schritt (b) erzielt:

- (a') Auswählen einer vorbestimmten Schwingungscharakteristik aus mehreren gespeicherten Schwingungscharakteristiken gemäß der Masse und/oder Masseverteilung des Kraftfahrzeugs.

In vorteilhafter Weise wird die Schwingungscharakteristik als zeitlicher Verlauf einer Spannung eines zwischen Achsschenkel und einem Gewichtselement vorgesehenen Piezokristalls bestimmt. Dies hat den Vorteil eines einfachen und kostengünstigen Systems ohne drehende Teile.

Einzelne Merkmale der Vorrichtung können auch bei dem Verfahren zum Einsatz kommen und umgekehrt.

Weitere Merkmale, Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, sowie aus der nachstehenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung an Hand der beigelegten Zeichnungen. Diese zeigen in:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, die an einem Kraftfahrzeug angebracht ist,

Fig. 2 eine schematische Ansicht der Ausführungsform eines Beschleunigungssensors mit Piezokristall und Gewichtselement, und

Fig. 3 ein Diagramm des zeitlichen Spannungsverlaufes des Piezokristalls von Fig. 2 bei einer gedämpften

Schwingung.

Fig. 1 zeigt beispielhaft in schematischer Ansicht eine in ein Kraftfahrzeug eingebaute Vorrichtung zur Überwachung des Reifendrucks. An einer Karosserie 10 ist ein Achsschenkel 12 schwenkbar befestigt, dessen anderes Ende mit einer Felge 20 verbunden ist, die einen luftbefüllten Reifen 14 trägt.

Der Achsschenkel 12 stützt sich gegen die Karosserie 10 über einen Stoßdämpfer 18 und eine Feder 16 ab. Wenn das Kraftfahrzeug fährt, schwingt der Achsschenkel gegenüber der Karosserie unter Einwirkung äußerer Kräfte gegen den Reifen und der Kräfte von Stoßdämpfer 18 und Feder 16.

Ein Beschleunigungssensor 23 ist auf dem Achsschenkel 12 angeordnet. In der vorliegenden Ausführungsform besteht der Beschleunigungssensor 23 aus einem Piezokristall 24 und einem Gewichtselement 26, wobei der Piezokristall 24 zwischen Achsschenkel 12 und Gewichtselement 26 angeordnet ist.

Der Piezokristall 24 ist mit einer Auswerteinheit 32 verbunden, die die am Piezokristall erzeugte Spannung abgreift. Die Auswerteinheit 32 ist wiederum mit einer Ausgabevorrichtung 34 verbunden, die vorliegend eine Signallampe ist.

Bei beschleunigter Bewegung des Achsschenkels 12 wird auch der Piezokristall 24 mit Gewichtselement 26 beschleunigt bewegt. Gemäß der Formel $Kraft = Masse \cdot Beschleunigung$ ($F = m \cdot a$) wirkt eine der Beschleunigung proportional Kraft F des Gewichtselements 26 auf den Piezokristall 24. Dies ist durch einen Pfeil F in Fig. 2 angedeutet. Diese Kraft F deformiert den Piezokristall und erzeugt in diesem in bekannter Weise eine Spannung U . Diese Spannung U ist im wesentlichen proportional zur Kraft F .

Die in Fig. 2 dargestellte Auswerteinheit 32 mißt somit eine sich zeitlich verändernde Spannung U , die proportional zur beschleunigten Bewegung des Sensors 23 ist.

Der zeitliche Verlauf dieser Spannung U ist in Fig. 3 schematisch dargestellt. Auf der x-Achse ist die Zeit und auf der y-Achse die Amplitude der Spannung aufgetragen.

Da die Spannung U proportional zur am Sensor 23 anliegenden Kraft F und die Kraft F proportional zur Beschleunigung des Sensors 23 und damit des Achsschenkels 12 ist, stellt der zeitliche Verlauf der Spannung U die Schwingungscharakteristik des Achsschenkels, d. h. Schwingungsfrequenz bzw. -zeit und Abklingzeit der Schwingung dar.

Die Schwingungscharakteristik ist bestimmt von der Masse des Kraftfahrzeuges, der Feder 16, bzw. deren Federkonstante, und dem Stoßdämpfer 18. Diese Einflüsse sind im wesentliche konstant oder verändern sich nur sehr langsam mit der Zeit. Die Masse des Kraftfahrzeuges hängt natürlich von dem Beladungszustand ab.

Die Schwingungscharakteristik wird aber zusätzlich von einer Federwirkung und einer Dämpfungswirkung des luftgefüllten Reifens 14 beeinflusst. Dies ist in Fig. 1 durch Symbole 28 und 30 entsprechend angedeutet. Dieser Einfluß ändert sich entsprechend bei Änderung des Reifendrucks.

Ein Vergleich einer Sollcharakteristik der Schwingung bei bekanntem Einfluß der Feder 16, des Stoßdämpfers 18 und der Masse des Kraftfahrzeuges bei einem bestimmten vorgegeben Reifendruck mit einer gemessenen Schwingungscharakteristik aus dem zeitlichen Verlauf der Spannung U enthüllt somit unmittelbar einen falschen Reifendruck, sei es, daß der Druck zu

hoch oder zu niedrig ist.

Dieser Vergleich wird in der Auswertvorrichtung 32 vorgenommen. Wenn Sollcharakteristik und Istcharakteristik deutlich voneinander abweichen, so gibt die Auswertvorrichtung 32 ein Signal beispielsweise an eine Lampe 34, deren Aufleuchten dem Fahrer anzeigt, daß er den Reifendruck kontrollieren sollte.

Diese ständige Überwachung gewährleistet auch eine Früherkennung sowohl von Reifen- als auch Fahrwerkdefekten (z. B. Feder- und Stoßdämpferdefekte; diese können vorliegen, wenn ein Signal ausgegeben wird, obwohl der Reifendruck i. O. ist. Die vorliegende Erfindung kann also auch der Feder- und/oder Stoßdämpferüberwachung dienen.), bevor es zu einer gefährlichen Fahrsituation beispielsweise durch einen "Plattfuß" oder ein defektes oder gebrochenes Federbein oder einen defekten Stoßdämpfer kommt.

Nach jedem manuellen Einstellen des Reifendrucks wird durch eine Kalibrierung der Federcharakteristik eine Sollwertkurve ermittelt und gespeichert. Die altersabhängigen Änderungen der Kennlinien von Stoßdämpfer 18 und Feder 16 werden durch regelmäßiges Kalibrieren (in gewissen Grenzen) kompensiert. Dieser Vorgang ist nicht so häufig durchzuführen, wie bei manueller Überwachung die manuelle Druckkontrolle durchzuführen wäre.

Jede Abweichung von dem Sollwert entspricht dann einem falschen Reifendruck. Übersteigt die Abweichung einen gewissen Wert, so leuchtet beispielsweise ein Warnsignal 34 auf, um dem Fahrer mitzuteilen, daß er bei nächstmöglicher Gelegenheit den Reifendruck kontrollieren und gegebenenfalls korrigieren sollte.

Darüber hinaus kann auch die Berücksichtigung eines höheren Fahrzeuggewichts und die Gewichtsverteilung in dieses System integriert werden. Wie in Fig. 1 dargestellt, kann beispielsweise ein Sensor 36 die Auslenkung der Feder 16 in ihrer Ruheposition bestimmen. Je höher die Beladung ist, desto stärker wird die Feder bereits im Ruhezustand zusammengedrückt. Die Beladung des Fahrzeugs führt zu einer Erhöhung des Sollwerts für den Luftdruck und zu einer anderen Auswahl einer Sollwertcharakteristik.

Bezugszeichenliste

- 10 Karosserie
- 12 Achsschenkel
- 14 Reifen
- 16 Feder
- 18 Stoßdämpfer
- 20 Felge
- 22 Fahrbahn
- 23 Beschleunigungssensor
- 24 Piezokristall
- 26 Gewichtselement
- 28 Symbol für Federwirkung des Reifens
- 30 Symbol für schwingungsdämpfende Wirkung des Reifens
- 32 Auswertvorrichtung
- 34 Anzeigevorrichtung
- 36 Sensor für Fahrzeugmasse

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Überwachung des Reifendrucks bei einem Kraftfahrzeug, wobei an Achsschenkeln (12) jeweils wenigstens ein luftbefüllter Reifen (14) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß auf

- wenigstens einem Achsschenkel (12) ein Beschleunigungssensor (23) angeordnet ist, und daß eine Auswertvorrichtung (32) vorgesehen ist, die aus Signalen des Beschleunigungssensors (23) ein Überwachungssignal des Reifendrucks bildet.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswertvorrichtung (32) den zeitlichen Verlauf der Beschleunigungswerte des Beschleunigungssensors (23) mit einem vorbestimmten zeitlichen Verlauf vergleicht.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Beschleunigungssensor (23) ein Piezokristall (24) ist, der zwischen dem Achsschenkel (12) und einem Gewichtselement (26) mit vorbestimmter Masse angeordnet ist, wobei eine an dem Piezokristall (24) anliegende Spannung als Signal abgegriffen wird.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die abgegriffene Spannung als Beschleunigungswert der Auswertvorrichtung (32) zugeführt wird, die den zeitlichen Verlauf der abgegriffenen Spannung mit einem vorbestimmten zeitlichen Verlauf vergleicht.
5. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswertvorrichtung (32) mit einer Signalausgabevorrichtung (34) verbunden ist, die ein Signal ausgibt, wenn der gemessene zeitliche Verlauf der Beschleunigung um einen vorbestimmten Schwellwert von dem vorbestimmten zeitlichen Verlauf des Beschleunigung abweicht.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgabevorrichtung (34) eine Signallampe und/oder eine akustische Ausgabevorrichtung ist.
7. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswertvorrichtung (32) mit einem Sensor (36) verbunden ist, der die Masse und/oder die Masselagerung des Kraftfahrzeugs bestimmt.
8. Verfahren zur Überwachung des Reifendrucks bei einem Kraftfahrzeug, wobei an Achsschenkeln jeweils wenigstens ein luftbefüllter Reifen angeordnet ist, mit folgenden Schritten,
- Messen der Schwingungscharakteristik des Achsschenkels,
 - Vergleichen der gemessenen Schwingungscharakteristik mit einer vorbestimmten Schwingungscharakteristik
 - Bestimmen der Abweichung der gemessenen Schwingungscharakteristik zur vorbestimmten Schwingungscharakteristik, und
 - Abgabe eines Signals, wenn ein vorbestimmter Schwellwert der Abweichung in Schritt (c) überschritten wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Schritte (a) bis (d) zyklisch wiederholt werden.
10. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 8 oder 9, gekennzeichnet durch folgenden zusätzlichen Schritt nach Schritt (a) und vor Schritt (b),
- Auswählen einer vorbestimmten Schwingungscharakteristik aus mehreren fest gespeicherten oder erfaßten Schwingungscharakteristiken gemäß der Masse und/oder Masseverteilung des Kraftfahrzeugs.
11. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprü-

che 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwingungscharakteristik als zeitlicher Verlauf einer Spannung eines zwischen Achsschenkel und einem Gewichtselement vorgesehenen Piezokristalls bestimmt wird.

12. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 8 bis 11, gekennzeichnet durch den folgenden zusätzlichen Schritt vor Schritt (a), (a0) Ermittlung der vorbestimmten Schwingungscharakteristik durch Kalibrieren.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß Schritt (a0) vor dem Beginn einer Fahrt und/oder während einer Fahrt und/oder nach einer manuellen Einstellung des Reifendrucks erfolgt.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

